

Buenos Aires, 2003

Acad. Susana I. Curto
Dra. en Geografía
Investigadora Independiente del CONICET
Tel: 4805-3592
curto@epidemiologia.ann.edu.ar

Buenos Aires, 28 de febrero de 2003

Universidad del Salvador
Al señor Director de Posgrado
Dr. Mauro Labombarda
S _____ / _____ D

En mi carácter de Directora de la Tesis Doctoral del **INGENIERO ELISEO POPOLIZIO**,
elevo mi conformidad y aceptación a la presentación de la misma.

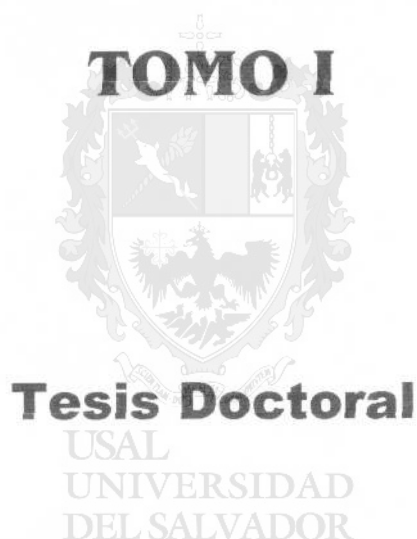
Atentamente,



Susana I. Curto
Dra. Susana I. Curto

USAL
UNIVERSIDAD
DEL SALVADOR

EL PARANÁ, UN RÍO Y SU HISTORIA GEOMORFOLÓGICA



Por: Ing. Eliseo Popolizio
Directora: Dra. Susana Curto
Facultad de Filosofía, Historia y Letras.
Universidad del Salvador

Buenos Aires, 2003

EL PARANÁ: UN RÍO Y SU HISTORIA GEOMORFOLÓGICA

Tesis Doctoral

Por: Ing. Eliseo Popolizio

Directora: Dra. Susana Curto

**A la memoria de mi Madre,
ejemplo de constancia y de vida**



**USAL
UNIVERSIDAD
DEL SALVADOR**

AGRADECIMIENTOS:

El Autor desea expresar su especial agradecimiento a todos los colegas y las personas que hicieron posible la realización de esta Tesis:

A la Directora de Tesis: Dra. Susana Curto, por sus oportunas sugerencias y correcciones realizadas con especial dedicación a lo largo de la redacción y compaginación

Al Dr. Martín Iriondo, al Lic. Juan J. Neiff y su Sra. esposa: Alicia Poi de Neiff, al Dr. Oscar Orfeo, al Dr. Rafael Herbst, al Dr. Ulrich Eskuche, al Ing. Carlos Paoli, al Ing. Agr. Romeo Carnevali, Ing. Indiana Basterra de Chiozzi, a la Lic. Blanca Fritschy, al Ing. Carlos Depettris y al Geólogo Roberto Torra, quienes nos hicieron llegar varios de sus trabajos, de importancia fundamental en la elaboración de la Tesis y al Director y personal del Instituto de Fisiografía y Geología de la UNR "Dr. Alfredo Castellanos", que facilitaron el acceso a parte de la bibliografía existente en el mismo. Al Ing. Bruno Ferrari Bono, por sus consejos sobre Geomorfología fluvial

Al Instituto Geográfico Militar, el Automóvil Club Argentino y a la Dra. Elena Chiozza que autorizaron el escaneo y reproducción de cartas e imágenes satelitarias.

A la CONADE que facilitara al Centro de Geociencias Aplicadas las imágenes LANSAT y SAC-C del área de estudio. A la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación por suministrar los datos vinculados a los caudales y alturas hidrométricas del río Paraná.

Al Director General de Catastro y Cartografía de la Provincia de Corrientes y en especial a la Agr. Susana Rossé, subdirectora de Cartografía de dicha Dirección, quienes permitieron el estudio y la reproducción de fotografías aéreas y fotomosaicos de la Provincia de Corrientes.

Un especial agradecimiento al Ing. Eduardo Barrios, quien trabajara en el procesamiento de las imágenes y otras tareas informáticas. Al Prof. Jorge Alberto, que ejecutara la tapa de esta Tesis y colaborara con su hermano, el Prof. Juan Alberto en el asesoramiento sobre especies vegetales.

A la Prof. Lucía C. Thiebaut, que brindara información sobre la vegetación del valle de río Paraná, en el área de resistencia. Al Profesor Rolando Fernández, que colaborara en la preparación de notas preliminares y referenciación bibliográfica.

Al Ing. Diego Fontana de la empresa EVARSA por su colaboración en la elaboración de los perfiles y datos hidrométricos.

A todas las personas e instituciones que en años anteriores permitieron realizar las tareas de campaña y consulta bibliográfica.

INDICE

TOMO I

CAPÍTULO 1.- INTRODUCCIÓN AL DESARROLLO DE LA TESIS	pp. 7
a <i>Objetivos principales y objetivos secundarios</i>	pp. 7
b <i>Originalidad del trabajo</i>	pp. 7
c <i>Problemas encontrados en la preparación de la tesis</i>	pp. 8
d <i>Materiales empleados</i>	pp. 9
e <i>Método</i>	pp. 12
f <i>Estructura de la tesis</i>	pp. 15
g <i>Características generales de la cuenca del río Paraná</i>	pp. 16
1) <i>Rasgos principales</i>	pp. 16
2) <i>Las condiciones climáticas generales</i>	pp. 20
3) <i>La vegetación y los dominios morfoclimáticos</i>	pp. 24
CAPÍTULO 2.- BASES CONCEPTUALES Y METODOLÓGICAS	pp. 47
a <i>Introducción</i>	pp. 47
b <i>La necesidad de emplear la Teoría de Sistemas</i>	pp. 48
c <i>La Teoría de la Bio-rexistasia, como base para la explicación de la evolución geomorfológica</i>	pp. 51
d <i>Los elementos hidrológicos determinantes de la morfología del valle</i>	pp. 55
e <i>El análisis de los datos estadísticos</i>	pp. 56
f <i>La importancia de la Paleogeomorfología</i>	pp. 58
g <i>Consideraciones sobre la estratigrafía</i>	pp. 59
CAPÍTULO 3.- GEOMORFOGÉNESIS DEL RÍO PARANÁ	pp. 79
a <i>Introducción</i>	pp. 79
b <i>Ciclo I</i>	pp. 83
c <i>Ciclo II</i>	pp. 85
d <i>Ciclo III</i>	pp. 85
e <i>Ciclo IV</i>	pp. 87
f <i>Ciclo V</i>	pp. 90
g <i>Ciclo VI</i>	pp. 92
h <i>Ciclo VII</i>	pp. 95
i <i>Conclusiones</i>	pp. 96
CAPÍTULO 4.- MORFOLOGÍA DEL VALLE DEL RÍO PARANÁ	pp. 119
a <i>Introducción</i>	pp. 119
b <i>Primer tramo. Desde la desembocadura del río Iguazú hasta el arroyo Yacarey (Prov. de Corrientes)</i>	pp. 119
c <i>Segundo tramo. Desde A. Yacarey hasta la confluencia con el río Paraguay</i>	pp. 121
c-1) <i>Primer subtramo. Desde el A. Yacarey hasta Ita Ibaté</i>	pp. 121

- c-2) Segundo subtramo. Desde Ita Ibaté hasta la confluencia con el río Paraguay pp. 123*
- d Tercer tramo. Desde la confluencia con el río Paraguay hasta Santa Fe-Paraná pp. 125*
- d-1) Primer subtramo. Desde la confluencia con el río Paraguay hasta el sur de Resistencia. pp. 128*
- d-2) Segundo subtramo. Desde el sur de Resistencia hasta la localidad de Lavalle pp. 131*
- d-3) Tercer subtramo. Desde el sur de Lavalle (Corrientes) hasta La Paz (Entre Ríos) pp. 134*
- d-4) Cuarto subtramo. Desde la ciudad de La Paz hasta el estrechamiento Paraná-Santa Fe. pp. 136*
- e Cuarto tramo. Desde Santa Fe-Paraná hasta la desembocadura con el Río de la Plata. pp. 139*
- e-1) Primer subtramo de transición. Desde Paraná hasta Puerto Gaboto (Santa Fe) pp. 139*
- e-2) Segundo subtramo. Delta propiamente dicho. pp. 140*
- f Conclusiones pp. 144*



TOMO II

- CAPÍTULO 5.- GEOMORFOFISIOLOGÍA pp. 190**
- a Introducción pp. 190*
- b Tramo entre Puerto Iguazú y la cola del embalse de Yacyretá hasta el estrechamiento de Itá Ibaté pp. 190*
- c Desde la cola del embalse de Yacyretá hasta el estrechamiento de Itá Ibaté pp. 194*
- d Tramo desde el estrechamiento de Itá Ibaté hasta la confluencia con el río Paraguay pp. 196*
- e Tramo desde la confluencia con el río Paraguay hasta el sur de Resistencia pp. 201*
- f Tramo desde el sur de Resistencia hasta Diamante pp. 206*
- g Tramo correspondiente al Delta pp. 223*
- h Conclusiones pp. 230*

- CAPÍTULO 6.- EL CAMBIO CLIMÁTICO, LA ACCIÓN ANTRÓPICA Y LA GEOMORFOFISIOLOGÍA DEL RÍO PARANÁ pp. 297**
- a Consideraciones preliminares pp. 297*
- b Algunas referencias sobre las inundaciones, vinculadas con el funcionamiento de las formas fluviales pp. 299*
- c Los cambios climáticos y el efecto de "El Niño" pp. 305*
- d Los escenarios futuros posibles pp. 307*
- e Conclusiones pp. 315*

CONCLUSIONES DE LA TESIS

pp. 341

POSIBLES TRABAJOS FUTUROS

pp. 343

PALABRAS FINALES

pp. 343

BIBLIOGRAFÍA

pp. 345



USAL
UNIVERSIDAD
DEL SALVADOR

CAPITULO 1 - INTRODUCCIÓN AL DESARROLLO DE LA TESIS

a) Objetivos principales y objetivos secundarios

Esta Tesis se propone como objetivos principales:

a) Estudiar la historia geomorfológica del río Paraná, en el sector argentino, las características del relieve fluvial, la morfología de sus diferentes tramos, la geomorfofisiología y la acción antrópica, frente a los cambios climáticos.

b) Pretende presentar al río Paraná como un sistema natural de transporte de agua y sólidos, que ha evolucionado en el tiempo y el espacio bajo la influencia paramétrica de los universos Geodinámico, Climático y Antrópico, de manera que los procesos de modelado fluvial y las formas del relieve constituyen una respuesta de adecuación a dichos controles.

c) Emplear en el análisis y demostración de los aspectos mencionados los nuevos paradigmas empleados en Geomorfología, especialmente los derivados de la Teoría General de Sistemas y la Teoría de la Bio-rexistencia.

Como objetivos secundarios se proponen:

d) Analizar, comparar y sistematizar la información existente en los numerosos trabajos vinculados con el tema, desde los más antiguos a los actuales, teniendo en cuenta los nuevos paradigmas de las Ciencias de La Tierra y en especial de la geomorfología, con espíritu crítico, recuperando todo lo que se puede considerar valioso a la luz de los nuevos conocimientos y procedimientos metodológicos. Reconocer la capacidad de análisis, observación y autoría de los investigadores que nos precedieron, lo cual no siempre ha sido tenido en cuenta en algunos trabajos modernos, que solamente consideran las obras de última generación.

e) Demostrar la importancia de la Paleogeomorfología para el estudio del modelo y comportamiento actual del río y para la elaboración de escenarios futuros sobre modelado fluvial, a fin de disponer de elementos de base para los estudios de las obras de infraestructura y del desarrollo sustentable.

b) Originalidad del trabajo

- Enfocar el estudio del río Paraná, de su historia geomorfológica, de las formas del relieve originadas por el proceso de modelado fluvial, de la geomorfofisiología y de los posibles comportamientos futuros, con un enfoque sistémico y una moderna concepción de la Geomorfología.

- Demostrar que el estado en que lo observamos, en cualquier etapa de su evolución es una respuesta de adecuación a los controles paramétricos de los universos o macrosistemas que lo controlan y que el sistema tiene inercia y "memoria".

- Destacar la importancia que hoy tiene la influencia del universo Antrópico, en las modificaciones funcionales y de las formas debidas al modelado fluvial, originando una especie de rexistasia cuyos efectos aumentarán con el tiempo.

- Tener en consideración el posible cambio climático global y su influencia sobre los diferentes aspectos básicos de la Geomorfología, a fin de que los organismos vinculados a la previsión de cambios ambientales puedan disponer de elementos para la planificación y la prevención o minimización de los aspectos negativos que dichos cambios originen.

- Analizar el comportamiento del curso y su morfología, existente y emergente, dividiendo su recorrido de acuerdo a criterios geomorfológicos, diferentes en cada caso y capítulos, con miras a una mejor comprensión del comportamiento del sistema y de los procesos y formas originadas por el modelado fluvial.

c) Problemas encontrados en la preparación de la Tesis

Han sido varios y de diferente tipo, como consecuencia del gran número de trabajos analizados y comparados con las observaciones de campo y de gabinete realizadas por el autor a lo largo de muchos años:

- El primer aspecto que nos parece importante destacar se refiere a las diferentes escalas espaciales y temporales empleadas por diversos autores con relación a el tramo analizado, correspondiente al sector argentino. Ello nos ha llevado a emplear con mayor frecuencia, en la elaboración de los gráficos, cartografía, mosaicos aerofotográficos e imágenes satelitarias de escalas pequeñas, recurriendo a escalas grandes o a imágenes y fotografías detalladas solamente en los casos imprescindibles, como consecuencia de la gran extensión del espacio abarcado en el estudio y de disponer de un número muy grande de ellas.

- Otro aspecto muy importante es la diferencia de paradigmas y criterios con los que se han expresado los diferentes autores, razón por la cual hemos dedicado un capítulo especial para exponer los nuestros y para intentar algunas correlaciones que permitieran rescatar y valorar la información disponible en un marco conceptual unificado.

Queremos mencionar especialmente que hemos utilizado el término río Corriente y no "Corrientes" porque esa era la acepción original y la confusión viene de la palabra "Corrientes" con que se designa a la provincia y a su capital.

También hemos empleado el término Cuartario en lugar de Cuaternario, para respetar la forma en que se designan las otras eras.

d) Materiales empleados.

Además del análisis y sistematización de la información existente en la bibliografía citada, descartando alguna que no se consideraron relevantes, se trabajó con diferentes materiales:

- Cartografía del Instituto Geográfico Militar, en diferentes escalas y Atlas Geográfico de la República Argentina, versión en CD, del mismo Instituto.

Cartas imágenes:

-Ejército Argentino, Instituto Geográfico Militar 1997 "Carta de Imagen Satelitaria de la República Argentina", Esc. 1: 250.000, Cataratas del Iguazú, Provincia de Misiones - República Federativa del Brasil - República del Paraguay, Hoja 2554-III.

-Ejército Argentino, Instituto Geográfico Militar 1997 "Carta de Imagen Satelitaria de la República Argentina", Esc. 1: 250.000, Eldorado, Provincia de Misiones - República del Paraguay, Hoja 2754-I

-Ejército Argentino, Instituto Geográfico Militar 1997 "Carta de Imagen Satelitaria de la República Argentina", Esc. 1: 250.000, Posadas, Provincia de Corrientes - Provincia de Misiones - República del Paraguay, Hoja 2757-IV

-Ejército Argentino, Instituto Geográfico Militar 1997 "Carta de Imagen Satelitaria de la República Argentina", Esc. 1: 250.000, Itatí, Provincia de Corrientes - República del Paraguay, Hoja 2757-III

-Ejército Argentino, Instituto Geográfico Militar 1997 "Carta de Imagen Satelitaria de la República Argentina", Esc. 1: 250.000, Corrientes, Provincia de Corrientes - Provincia del Chaco - República del Paraguay, Hoja 2760-IV.

-Ejército Argentino, Instituto Geográfico Militar 1997 "Carta de Imagen Satelitaria de la República Argentina", Esc. 1: 250.000, Bella Vista, Provincia del Chaco - Provincia de Corrientes - Provincia de Santa Fe, Hoja 2960-II.

-Ejército Argentino, Instituto Geográfico Militar 1997 "Carta de Imagen Satelitaria de la República Argentina", Esc. 1: 250.000, Bella Vista, Provincia del Chaco - Provincia de Corrientes - Provincia de Santa Fe, Hoja 2960-II.

-Ejército Argentino, Instituto Geográfico Militar 1997 "Carta de Imagen Satelitaria de la República Argentina", Esc. 1: 250.000, Goya, Provincias de Corrientes - Provincia de Santa Fe, Hoja 2960-IV.

-Ejército Argentino, Instituto Geográfico Militar 1997 "Carta de Imagen Satelitaria de la República Argentina", Esc. 1: 250.000, La Paz, Provincia de Entre Ríos – Provincia de Corrientes – Provincia de Santa Fe, Hoja 3160-II.

-Ejército Argentino, Instituto Geográfico Militar 1997 "Carta de Imagen Satelitaria de la República Argentina", Esc. 1: 250.000, San Justo, Provincia de Santa Fe, Hoja 3160-I.

-Ejército Argentino, Instituto Geográfico Militar 1997 "Carta de Imagen Satelitaria de la República Argentina", Esc. 1: 250.000, Santa Fe, Provincia de Entre Ríos – Provincia de Santa Fe, Hoja 3160-III.

-Ejército Argentino, Instituto Geográfico Militar 1997 "Carta de Imagen Satelitaria de la República Argentina", Esc. 1: 250.000, Rosario, Provincia de Entre Ríos – Provincia de Santa Fe, Hoja 3360-I.

-Ejército Argentino, Instituto Geográfico Militar 1997 "Carta de Imagen Satelitaria de la República Argentina", Esc. 1: 250.000, Villaguay, Rosario, Provincia de Entre Ríos – Provincia de Santa Fe, Hoja 3160-IV.

-Ejército Argentino, Instituto Geográfico Militar 1997 "Carta de Imagen Satelitaria de la República Argentina", Esc. 1: 250.000, San Nicolás de los Arroyos, Provincia de Buenos Aires – Provincia de Entre Ríos – Provincia de Santa Fe, Hoja 3360-III.

-Ejército Argentino, Instituto Geográfico Militar 1997 "Carta de Imagen Satelitaria de la República Argentina", Esc. 1: 250.000, Gualaguaychú, Provincia de Buenos Aires – Provincia de Entre Ríos, Hoja 3360-IV.

-Ejército Argentino, Instituto Geográfico Militar 1997 "Carta de Imagen Satelitaria de la República Argentina", Esc. 1: 250.000, Ciudad de Buenos Aires, Ciudad de Buenos Aires – Provincia de Buenos Aires – Provincia de Entre Ríos, Hoja 3557-I.

-Ejército Argentino, Instituto Geográfico Militar 1997 "Carta de Imagen Satelitaria de la República Argentina", Esc. 1: 250.000, General San Martín, Ciudad de Buenos Aires – Provincia de Buenos Aires – Provincia de Entre Ríos, Hoja 3560-I.

-Ejército Argentino, Instituto Geográfico Militar 1997 "Carta de Imagen Satelitaria de la República Argentina", Esc. 1: 100.000, Goya, Provincia de Corrientes – Provincia de Santa Fe, Hoja 2960-23.

-Ejército Argentino, Instituto Geográfico Militar 1997 "Carta de Imagen Satelitaria de la República Argentina", Esc. 1: 100.000, Buena Vista, Provincia de Corrientes, Hoja 2960-29

Imágenes digitales:

CONAE 2001 - Imágenes Lansat 5 TM-Path/Row

- 9 de marzo 2001-226/081- No. 01-10014.
 - 26 de abril 2001-226/82 - No. 01-10016
 - 26 de abril 2001-226/084 - No. 01-10018
 - 8 de septiembre 2001-227/082 - No. 01-10019
 - 20 de junio 2001-227/083 - No. 01-10020
 - 15 de noviembre 2000-228/079 - No. 01-10021
 - 11 de agosto 2001-223/78 - No. 01-9999
 - 4 de marzo 2001-223/079 - No. 01-10000
 - 19 de septiembre 2001-224/078 - No. 01-10001
 - 2 de agosto 2001-224/079 - No. 01-10003
 - 2 de agosto 2001-224/080 - No. 01-10003
 - 10 de septiembre 2001-225/082 - No. 01-10007
 - 5 de mayo 2001-225/084 - No. 01-10008
 - 10 de septiembre 2001-225/084 - No. 01-10011
 - 20 de junio 2001-227/080 - No. 01-10009
 - 17 de septiembre 2001-226/078 - No. 01-10012
 - 17 de septiembre 2001-226/079 - No. 01-10013
 - 2 de marzo 2001-226/079 - No. 01-10005
 - 22 de junio 2001-225/081 - No. 01-10006
- SAC-C MMRS Path/Row
- 11 de abril 2001-225/000 - No. 25-10266
 - 2 de abril 2001-226/000 - No. 25-10267
 - 28 de junio 2001-227/000 - No. 25-10268
 - 16 de abril 2001-228/000 - No. 25-269

- Cartografía del Ministerio de Obras Públicas de la Nación. Dirección General de Construcciones Portuarias y Vías navegables. Dirección General de Dragado, Hidrografía y Balizamiento. Dirección de Dragado. Láminas correspondientes a Cartas de Navegación. 1949

- Cartografía Vial y Turística del Automóvil Club Argentino: Chaco-Formosa, Corrientes, Misiones, Entre Ríos, Santa Fe y Buenos Aires:

- Cartografía Jesuítica del Río de la Plata. Furlong Cardif P. Guillermo 1936

- Relevamiento aerofotogramétrico realizado por la Provincia de Misiones en cumplimiento de la Ley No. 34 Ejecutado por C.A.R.T.A. Escalas 1:10.000 y 1:20.000. Fotografías y Fotomosaicos del área del río Paraná y zonas aledañas 1962-1963 y cartografía Geológica, fitogeográfica y edáfica realizada sobre la cartografía de dicho relevamiento por GEOMAP 1964

- Fotografías Aéreas en diferentes escalas y años realizado por IFTA y por la II Brigada Aérea de Paraná, suministradas por la Subdirección de Catastro de la Dirección Gral. de Catastro y Cartografía (ex Servicio de Cartografía) de la Provincia de Corrientes. Otras existentes en el Instituto de Fisiografía y Geología de la Universidad de Rosario.

- Índice de recorridos del Relevamiento Aerofotogramétrico 1958 Provincia de Corrientes. Dirección General de Catastro 15 fotoíndices Relevamiento IFTA Esc. 1:25.000. Zona NW de Corrientes.

- Fotoíndices realizados por IFTA, 1958, correspondientes a la zona del río Paraná en la provincia de Corrientes, Escala aproximada 1:98.000, con fotografías a escala 1: 25.000

- Imágenes satelitarias del atlas total de la República Argentina. Centro Editor de América Latina:

- Datos hidrométricos de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación y ejecutados por EVARSA.

Datos de perforaciones de diferentes reparticiones y trabajos técnicos.

- Las figuras 1-21, 1-22, 1-23 y 1-24 se han colocado en este Capítulo como elemento de referencia general para toda la tesis (I.G.M, 155)

e) Método

La metodología empleada respondió a una secuencia de cuestionamientos que llevaron a lograr los objetivos de la Tesis y los cuestionamientos para futuros trabajos que resultaren del análisis y síntesis de las tareas realizadas y de las conclusiones finales.

La primera cuestión se refirió a la forma de abordar el problema, debido a los problemas que se mencionaron precedentemente. Para ello se desarrolló un Capítulo específico sobre las bases metodológicas y conceptuales que se emplearían. Ello fue resultado de la experiencia de muchos años en la investigación y la docencia sobre los aspectos epistemológicos de la Geomorfología y de las Ciencias de la Tierra en general, expuestos en numerosos trabajos y analizados con numerosos colegas del país y del extranjero.

La segunda cuestión estuvo relacionada con la disponibilidad y características del material existente. Ello llevó gran parte del tiempo inicial, por las razones expuestas, pero fue fundamental para poder compatibilizar enfoques y escalas distintas, así como también trabajos realizados en fechas muy diferentes, lo cual nos llevó a considerar desde los trabajos más antiguos hasta los más modernos, como puede observarse en la Bibliografía mencionada al final de esta Tesis.

Requirió un esfuerzo significativo rescatar lo más valioso de los trabajos, sin modificar las concepciones de cada autor intentando incorporarlas dentro del marco conceptual que habíamos adoptado. Curiosamente, en muchos casos planteos que parecían opuestos resultaron compatibles entre sí, al ser enfocados dentro de un planteo epistemológico diferente.

Creemos importante destacar la gran capacidad de observación y síntesis de los autores más antiguos, carentes de los recursos tecnológicos que hoy disponemos y enfrentando las dificultades propias de aquellas épocas.

También nos ayudó muchísimo el apoyo de investigadores, técnicos y Organismos Públicos, que nos brindaron sus conocimientos y materiales, a los cuales nos referimos en los agradecimientos y sin lo cual hubiera sido imposible realizar la tarea en el plazo previsto.

La tercera cuestión se refirió a la determinación de cómo evolucionó el curso a lo largo de su historia. Ello nos llevó a remontarnos a los trabajos de Azara en adelante y a intentar una correlación entre las diferentes hipótesis, datos y comprobaciones y a aplicar las técnicas de Paleogeomorfología, sobre la base de las pautas básicas y conceptuales propuestas para la Tesis.

Fue necesario un largo trabajo para lograr la coherencia lógica y funcional que permitiera desarrollar una secuencia que respondiera a los principios de la Geomorfofisiología a lo largo del tiempo, pero que era imprescindible para poder comprender la actual y realizar algún planteo prospectivo. Creemos que este es un aspecto que todavía deja mucho campo para investigaciones futuras, pero que hemos podido arribar a conclusiones que ayudarán mucho a ellas.

La cuarta cuestión se vinculó con las formas del relieve fluvial originadas por el curso. Ello nos obligó a plantear el análisis dividiendo el recorrido en tramos, no convencionales, descriptos en el Capítulo 4. También fue necesario establecer un criterio para la denominación y reconocimiento de las formas fluviales, siguiendo lo desarrollado en trabajos anteriores y las

múltiples observaciones de campaña, estableciendo en lo posible las correlaciones con otras clasificaciones. Fue muy oportuno disponer y analizar material cartográfico, aerofotográfico e imágenes satelitarias de diferentes épocas, debido a que el sistema tiene inercia y "memoria", de manera que las formas observadas y descriptas en gran parte son heredadas de condiciones ambientales diferentes a las actuales, estando en proceso de remodelación para adecuarse a las nuevas condiciones paramétricas de los universos, o macrosistemas, controlantes.

Fue muy importante el análisis de la correlación entre el comportamiento hidrológico y las formas fluviales, que implicó un nuevo criterio para el análisis de los datos estadísticos vinculados con las precipitaciones y la hidrometría.

Queremos destacar que el relieve fluvial es el resultado del comportamiento del sistema geomorfológico y una de las mejores expresiones de su funcionamiento en el tiempo y el espacio, lo cual debe llevar a un cuidadoso análisis de los datos estadísticos.

La quinta cuestión a plantear y resolver fue la vinculada con el funcionamiento del proceso de modelado fluvial y ello se apoyó en todo lo analizado anteriormente y en los resultados obtenidos, siendo necesario establecer una nueva división del recorrido en tramos diferentes, en parte, con los anteriormente mencionados. Ello es consecuencia de que el curso no está en equilibrio y se comporta de distinta manera según dichos tramos, en parte por el factor inercial en la búsqueda de un equilibrio dinámico y en parte por los cambios que se están produciendo en el universo Climático y Antrópico.

La última cuestión fue intentar plantear escenarios futuros más o menos probables, teniendo en cuenta la posible influencia del cambio climático global y de la acción antrópica. Ello nos ha permitido referirnos al comportamiento hidrológico del curso, incluyendo datos históricos, obtenidos para la Ciudad de Corrientes y los riesgos probabilísticos de crecientes e inundaciones mayores. También se tuvieron en cuenta las obras planteadas como posibles de ser emplazadas en el valle del río y sus efectos sobre el comportamiento del mismos y de éste sobre aquellas.

Creemos que ello es solamente posible sobre la base de todo lo que se analizó en los puntos anteriores y refleja la importancia de los estudios de Geomorfología y Paleogeomorfología en la planificación de las obras civiles, emplazadas o a emplazarse en el valle del río Paraná y en los estudios sobre riesgos vinculados con la acción fluvial

Durante todo el proceso de avance hacia los objetivos de la Tesis se fueron empleando diferentes técnicas de análisis y validación, desde la contrastación entre la información y los datos, hasta las técnicas de fotointerpretación y sensoreamiento remoto, tratando en lo posible de obtener representaciones adecuadas a las hipótesis, a la escala del trabajo y a las bases conceptuales y metodológicas.

Debemos decir, finalmente, que la secuencia metodológica no fue siempre lineal, sino que con frecuencia fue necesaria la retroalimentación y el replanteo de conclusiones prelimi-

nares que no se compatibilizaban con los nuevos datos u observaciones, considerando que el método sistémico nos ha parecido más útil que el sistemático, lo cual se puede verificar teniendo en cuenta las conclusiones a las cuales arribamos en la Tesis.

f) Estructura de la Tesis

Se la organizó en 6 Capítulos, las Conclusiones y la Bibliografía. En los primeros se pretendió analizar los siguientes aspectos:

En el Capítulo 1 se detallaron los objetivos principales y secundarios del trabajo, la originalidad del tema tratado, las dificultades encontradas, el material utilizado, la metodología empleada, la estructura del trabajo y una presentación general que incluyó la cartografía general de referencia y algunos elementos sobre las condiciones climáticas y fitogeográficas de la cuenca total, así como también los dominios geomorfoclimáticos correspondientes. Ello como consecuencia que la casi totalidad de los aportes hídricos al sector argentino provienen de las áreas superiores, situadas bajo otras condiciones climáticas.

En el Capítulo 2 se desarrollaron las bases conceptuales y metodológicas necesarias para en enfoque del análisis y la síntesis, sobre la base de los nuevos paradigmas de la geomorfología, especialmente los correspondientes al enfoque sistémico y al empleo de la teoría de la Bio-rexistasia, para desarrollar la secuencia evolutiva, es decir el estudio de la Paleogeomorfología, y entender el origen y funcionamiento de las formas del relieve fluvial, es decir la Geomorfofisiología.

Se realizó también una serie de consideraciones sobre los diferentes enfoques relativos a la Geología Regional y a la datación estratigráfica realizadas por diferentes autores y las razones por las cuales se adoptó un determinado criterio, con las debidas aclaraciones o modificaciones que hemos considerado convenientes realizar, sobre la base del enfoque geomorfológico adoptado.

En el Capítulo 3 se hizo un pormenorizado estudio de la morfología fluvial a lo largo del tramo en estudio, para lo cual fue necesario recurrir a numerosas fuentes de diversa índole y fechas de relevamiento, teniendo en cuenta que el sistema está modificado por acción antrópica y por el cambio climático y que presenta inercia, es decir que necesita un cierto tiempo para adaptarse a las modificaciones que los universos o macrosistemas controlantes le imponen, sin perder de vista que también existe el factor "herencia del paisaje", lo cual determina que gran parte de las formas fluviales sean heredadas de condiciones anteriores diferentes a las actuales, las cuales están tratando de imponer su propia dinámica y rasgos morfológicos.

A causa de lo dicho, fue necesario establecer diferentes tramos, que no responden a los usualmente aceptados y derivados de criterios vinculados a la navegación. Ellos fueron los siguientes: Primer Tramo, desde la desembocadura del río Iguazú hasta el arroyo Yacarey (en

el noreste de Corrientes); Segundo tramo, desde dicho arroyo hasta la confluencia con el río Paraguay, abarcando dos Subtramos: desde el Ao. Yacarey hasta Itá Ibaté y desde allí hasta la mencionada confluencia; Tercer Tramo, desde esta última hasta Santa Fe- Paraná (conocido comúnmente como Paraná Medio) y dividido en 4 Subtramos: desde la confluencia con el Paraguay hasta el sur de resistencia, desde allí hasta Lavalle (Corrientes), desde Lavalle hasta La Paz (Entre Ríos) y desde allí hasta Santa Fe- Paraná; Cuarto y último Tramo desde este último hasta la desembocadura en el río de La Plata, dividido en 2 Subtramos: el primero hasta Pto. Gaboto (Santa Fe), designado como de transición, y el segundo correspondiente al Delta propiamente dicho.

g) Características generales de la cuenca del río Paraná

1) Rasgos principales

La cuenca del río Paraná forma parte de la del Plata, que es una de la más extensa del continente sudamericano y que abarca una superficie aproximada de 3.100.000 Km², por lo tanto taxonómicamente puede considerarse una unidad morfológica de carácter subcontinental o de segundo orden. Ello implica que su tiempo de gestación es muy largo y que está sometida a diferentes tipos de climas, de la zona intertropical y de la templada incluyendo, en algunos sectores, los de montaña.

De la misma manera, se encuentra sometida a los grandes controles estructurales de nivel continental. La mayor parte de la misma se corresponde a un relieve de plataforma, en parte como macizo cristalino y en parte como cuenca sedimentaria, en tanto que en el extremo occidental se presenta como un relieve plegado complejo, es decir con sectores de plataforma incorporados.

Dentro de la Cuenca del Plata, la del Paraná es la más grande de todas, ya que representa unos 2.605.000 Km², en tanto que el resto de la superficie corresponde a la del río Uruguay y a la propia del río de la Plata (Fig.1-1 y 1-2).

De ese total 1.510.000 Km² corresponde a la cuenca específica del Paraná y 1.095.000 Km² a la cuenca de su principal afluente: el río Paraguay. De la primera 890.000 Km² están en territorio brasileño, 565.000 Km² en jurisdicción argentina y 55.000 Km² corresponden al Paraguay.

El río tiene desde su nacimiento, en la confluencia del Paranaíba y Grande, hasta el río de la Plata 2.570 Km. de largo, pero si se le agrega la longitud del Paranaíba, que es su principal afluente, este valor llega a los 3.740 Km.

Considerado así, las nacientes más septentrionales del Paraná se encuentran en las Serras dos Pirineus, en Brasil, a los 15°30' de latitud S., donde se originan los ríos São Bartolomeu, São Marcos y Corumbá, que juntos con otros, que arrancan de las Serras dos Píloes y

más hacia el oeste, de las Serras do Rio Claro, como de los ríos Dos Bois, Doce y Claro, dan nacimiento al río Paranaíba. Este curso corre con dirección NE a SW hasta reunirse a los 20° de latitud S. con el río Grande, que nace en el Alto do Mirantão, en la Serra da Mantiqueira, a los 1.900 m de altura y que tiene un recorrido de 1.036 Km. (317)

Ambos cursos tienen un perfil longitudinal muy quebrado, con numerosos rápidos y correderas como los Saltos Do Galo, Santa Ana y los de Agua Vermelha, Patos y Marimbondos sobre el río Grande (317). En la actualidad la mayor parte de estas irregularidades están cubiertas por las aguas de los embalses construidos en la región. (Fig. 6-21)

Aguas abajo el río presentaba un cauce tortuoso, de ancho variable entre los 800 m y los 400 m., que alcanzaba en el remanso que precedía al Salto del Guayrá o Sete Quedas, donde se precipitaba en un estrecho cañón. (Fig. 4-1)

Estas singularidades geográficas están hoy modificadas por los embalses de Jupia e Ilha Solteira (complejo de Urupungá) y por el lago del embalse de Itaipú.

En este tramo el río recibe importantes afluentes por su margen izquierda, entre los que se destacan el Tieté, que nace en las Serras do Mar en los alrededores de São Paulo y actualmente está modificado por una gran cantidad de represas, prácticamente escalonadas. A él se agregan el Peixe, Paraná Panema, Ibahy y el Pequirí y por su margen derecha los ríos Sucuriu, Pardó, Indanduy, Iguatemy y otros (Fig. 1-7) (137).

Las correderas y saltos son muy comunes en estos cursos, que en su mayor parte corren sobre la meseta basáltica, conocida como Tercer Planalto, fuertemente controlados por lineamientos estructurales, como fuera descripto para toda la cuenca del Paraná brasileño por Barcha y Arid (27). En ese trabajo existe una muy buena descripción de estos saltos en los cursos mencionados.

En los correspondientes a la margen izquierda una gran mayoría han quedado bajo las aguas de los embalses construidos sobre los cursos (Fig. 6-21).

En los Saltos del Guayra o Sete Quedas las aguas se precipitaban unos 40 m. en un estrecho cañón de unos 60 m (Fig. 4-1) actualmente situado bajo las aguas del embalse de Itaipú (172). A partir de allí el río corre con dirección submeridiana hasta aproximadamente la mitad de la provincia de Misiones, recibiendo afluentes mucho más cortos por ambas márgenes (Fig. 3), con excepción del río Iguazú, que nace, también en la Serra do Mar y prácticamente jalado por embalses escalonados, desplomándose finalmente, en las proximidades de su desembocadura, en el cañón del Diablo y el Brazo San Martín, formando las cataratas del Iguazú, que presenta un desnivel de 70 m y están labradas sobre coladas basálticas del trapp mesozoico de la cuenca del Paraná (Fig. 1-5 y 1-6 y 6-1).

El perfil de fondo que presenta el río Paraná en este sector y el fuerte condicionamiento estructural, a consecuencia de un progresivo proceso de sobreimposición serán descriptos en los siguientes capítulos.

Pocos kilómetros hacia el norte de la desembocadura del Iguazú se encuentra la imponente represa de Itaipú que genera un desnivel hídrico promedio de 120 m y un lago de embalse de 200 Km de longitud (Fig. 1-7), desde allí el río presenta un sector encañonado con un perfil de fondo muy irregular que se ensancha a partir de Corpus (Fig. 4-5), describiendo un gran arco que lo lleva a dirigirse con dirección E - W hasta la confluencia con el Paraguay, corriendo sobre basaltos hasta la altura del embalse de Yacyretá (Fig. 5-9 y 5-10).

En todo este trecho el río tiene fuerte condicionamiento estructural y también constituye un caso de progresiva sobreimposición. El curso recibe por su margen izquierda una gran cantidad de afluentes fuertemente controlados por la estructura y que, de norte a sur en la provincia de Misiones, los cursos principales son los siguientes: Urugua-í, Aguaray, Piray Mini, Piray Guazú, Garupé, Tabay, Ñanca Guazú, Yabebiry y Garupá. (Fig. 1-3).

La red de drenaje es muy densa (Fig. 1-1), con carácter de dendrítica angular (240), siendo el mayor de los cursos el Urugua-í, sobre el cual se ha construido una presa hidroeléctrica con el mismo nombre.

Todos los cursos presentan saltos y correderas, consecuencia del proceso de sobreimposición y todos ellos nacen en las mal llamadas "Sierras" de Misiones y su prolongación al sur en las Sierras del Imán y de San José (mesadas tabuliformes residuales (235)). En realidad el término "sierra" no corresponde estrictamente, ya que Misiones constituye una típica meseta subestructural escalonada.

Por la margen derecha, en territorio paraguayo, los cursos principales son: el Acaray (embalsado con fines energéticos), Monday, Ñacunday, Yacuy, Tembey, Pirai Yuí, Pirapó, Capibará y Tacuarí, que nacen en la cordillera de Caaguazú, la cual en realidad constituye la cumbre del relieve de cuevas periféricas a la cuenca del Paraná superior. Estos ríos corren sobre la estructura de trapp basáltico (179) y al igual que los de Misiones son sobreimpuestos y presentan numerosos saltos y correderas fuertemente controlados por las características estructurales.

Frente a Posadas el lecho se expande hasta los 2.500 m y al oeste de esa ciudad el río diversifica su cauce en varios brazos que dejan entre sí grandes islas, en parte cubiertas por las aguas de la represa Yacyretá (Fig. 4-7 y 4-10).

Aguas abajo el valle se estrecha mucho, corriendo sobre un lecho parcialmente móvil hasta su confluencia con el río Paraguay, con un aparente condicionamiento estructural de lineamientos caribeño y brasileño, a pesar que su dirección dominante es de este a oeste. En todo este tramo y por la margen izquierda el río no recibe afluentes significativos y sólo se

desarrollan pequeñas cárcavas. En cambio por la margen derecha el único curso importante es el Yabebiry

A partir de la confluencia con el río Paraguay y hacia aguas arriba, el tramo se conoce como Alto Paraná y tiene una longitud de 688 Km. y es el tramo de mayor pendiente, presentando también las mayores profundidades, que en algunos lugares llegan a los 60 m. (227). El sector brasileño en general se lo conoce como Paraná Superior, y no será considerado en esta Tesis. Hacia el sur de la confluencia y hasta el estrechamiento Paraná-Santa Fe se lo conoce como Paraná Medio, y de allí en adelante recibe el nombre de Paraná Inferior, hasta su desembocadura. El Paraná Medio e Inferior tiene una longitud de 1.244 Km. y un desnivel de 45 m., lo cual indica su bajísima pendiente longitudinal y la de la llanura en la cual corre.

“La cuenca del río Paraguay..., abarca 1.095.000 Km², de los cuales una tercera parte corresponde al Brasil, otra fracción similar al Paraguay y el resto a la Argentina y Bolivia en porciones aproximadamente iguales...Las nacientes septentrionales se encuentran en la Chapadas de Paresis, ...En su porción noroeste, en territorio boliviano, la divisoria se vuelve difusa, hasta indefinida, en los Bañados de Ozozog”. (216)

“Excluyendo las cabeceras de los ríos Pilcomayo y Bermejo, que descienden del altiplano boliviano con sus valles profundos y laderas abruptas, y la parte meridional de la margen izquierda del Paraguay, comprendida entre los ríos Apa y su confluencia con el Paraná – que presenta un relieve ondulado con pendientes fluviales de cierta magnitud- el resto de la cuenca se extiende por una inmensa llanura de naturaleza aluvial, de muy escasa pendiente y con extensas planicies de inundación”. (216)

En la parte superior de la cuenca del río Paraguay se desarrolla un extenso humedal, que cubre unos 60.000 Km², (216) conocido como Pantanal (Fig. 1-1), cubierto periódicamente por las aguas y que recibe aportes de numerosos cursos provenientes de las áreas periféricas, constituidas por las Sierras de Aguapey, Santa Bárbara, dos Paresis, Tombador, da Chapada, San Lorenzo, Furnas, dos Araras y de Maracayú.

Al sur de la desembocadura del río Apa las características del curso cambian volviéndose meándrico con algunos altos fondos y mantos de piedra que cruzan el río. Esta meandrificación aumenta a medida que el río se acerca a su desembocadura, donde corre sobre depósitos aluviales, recibiendo por su margen izquierda una gran cantidad de cursos que presentan redes dendríticas ortogonales y nacen de las Sierras de Amambay, de Arangui, Caaguazú y Villa Rica, siendo el más importante hacia el sur del río Tebicuary.

Por la margen derecha recibe también numerosos cursos, algunos transitorios y que forman redes divergentes (240), restos de antiguos conoides aluviales (216, 243, 250). Se destacan entre éstos el río Pilcomayo inferior (antiguamente ligado al superior a través del Estero Patiño) y el río Bermejo, el principal afluente responsable de la gran cantidad de sedimentos que transporta el río Paraguay.

Debido a la diferente turbidez de las aguas de los ríos Paraná y Paraguay, ellas no se mezclan inmediatamente, formando dos canales que se juntan y se separan dejando entre sí numerosas islas y este fenómeno se extiende muchos kilómetros aguas abajo, como lo describiremos en los capítulos siguientes.

A partir de la sección Corrientes-Resistencia el valle se va ampliando paulatinamente hasta el tramo Paraná-Santa Fe, donde se produce un estrechamiento muy pronunciado (Fig. 4-29) volviendo a ampliarse aguas abajo, teniendo unos 56 Km. de ancho en la sección Rosario-Victoria.

Como hemos mencionado, hasta Santa Fe-Paraná el curso se considera como Paraná Medio, que se continúa con el Paraná Inferior, en un corto recorrido, hasta ingresar en el delta. Este último se extiende hasta 320 Km. desde la desembocadura en el Plata y cubre un área aproximada de 14.100 Km² (216)

En todo este tramo (Medio e Inferior) el río Paraná recibe por su margen derecha una serie de cursos de los cuales los más significativos son: el río Negro, Salado, Tapenagá, Los Amores, del Rey, Malabrigo, El Toba, Saladillo Dulce, Saladillo Amargo, Colastiné, Monges, Carcarañá, Saladillo, Pavón, Arroyo del Medio, Arrecifes, Areco y Luján.

Por su margen izquierda podemos mencionar los siguientes afluentes: Riachuelo, Empedrado, San Lorenzo, Santa Lucía, Corriente, Guayquiraró, Barrancas, Feliciano, Las Conchas, Nogoyá, Cle y Guauguay. (Fig. 1-9).

Nos interesa destacar, en esta introducción, que a lo largo de la Tesis dividiremos el tramo argentino del río Paraná en diferentes sectores, que no coinciden siempre con la división mencionada anteriormente, que es la habitual desde el punto de vista de la navegación, y se ha mantenido por costumbre, sin responder a las condiciones geomorfológicas.

2) Las condiciones climáticas generales

En realidad las condiciones climáticas del sector argentino del río Paraná no son muy significativas en lo atinente a la geomorfología del valle, salvo en lo atinente a su influencia en la vegetación, y ello es consecuencia de que casi la totalidad de los aportes hídricos provienen de las áreas correspondientes al sector periférico, es decir al Paraná Superior, o brasileño, y al río Paraguay, siendo este último el que aporta el mayor caudal sólido, principalmente como consecuencia del arrastre sedimentario del río Bermejo.

A nivel de caudales promedio los valores correspondientes a los ríos Paraná y Paraguay en las proximidades de su confluencia son de 12.236 m³/seg. (en el hidrómetro de Itatí) y de 3695 m³/seg (en el hidrómetro de Puerto Pilcomayo) respectivamente, y la diferencia entre ambos valores se acentúa durante las grandes inundaciones, cuando el "remanso", o elevación

del nivel de las aguas del Paraguay a causa del nivel alcanzado por el Paraná en la confluencia, se puede extender hasta Asunción.

A nivel de Máximos Medio Diario, el Paraná, en Itatí, registra un valor de 41.934 m³/seg. (año hidrológico 1982-83) y el Paraguay, en Pto. Pilcomayo, un valor de 13.320 m³/seg (año hidrológico 1982-83). A nivel de Mínimos Medio Diario los valores son de 4.588 m³/seg. (año hidrológico 1944-45) y 649,7 m³/seg. (año hidrológico 1967-68) respectivamente y en los mismos hidrómetros. (SS...)

El aporte, en el área argentina, de los tributarios del río Paraná es poco significativo y todo esto nos está indicando que las características de funcionamiento del río Paraná se deben a las condiciones climáticas de las áreas mencionadas.

En el trabajo de Paoli C. y Schreider M. (217) podemos apreciar que se sigue el mismo criterio mencionado en esta Tesis, en lo atinente a las condiciones climáticas, las cuales son descriptas a nivel Cuenca del Plata, con una introducción a nivel continental.

Nosotros simplemente haremos algunos comentarios que nos parecen interesantes para nuestro estudio, comenzando por decir que la circulación general está condicionada, básicamente por el comportamiento de los anticiclones permanentes del Atlántico y el Pacífico Sur, la barrera orográfica de los Andes desde el norte de Neuquen (y su menor altura hacia el sur), las corrientes oceánicas, y el efecto de continentalidad sobre el área del Chaco durante el verano, no obstante lo cual, parece que existe un efecto de teleconexión entre El Niño (ENSO) y el comportamiento meteorológico del sector norte y noreste de la Cuenca del Plata (121, 317)

En la Fig. 1-11 hemos indicado los campos medios de temperatura durante el mes de enero (Periodo 1961-90) (116) y en la 1-12 lo mismo para el mes de Julio (116), destacando que el haber considerado ese periodo es muy importante por lo que indicaremos en el Capítulo 6 sobre el posible cambio climático.

Nos ha parecido muy oportuno transcribir lo expuesto por Norberto García en el Capítulo 1 del Tomo 1 (ps. 61 a 66) del trabajo sobre el río Paraná en su tramo medio (216), por la claridad conceptual y que consideramos suficiente a los fines de esta Tesis.

"En enero (Fig. 1-11 de esta Tesis), el área más caliente del continente, y de la Cuenca del Plata, está situada en el centro sur de Brasil, Bolivia y norte de Argentina. Es evidente que en las zonas costeras el efecto de las corrientes marinas es notable. Sobre la tierra, en contraste con los mares adyacentes, el calentamiento de verano alcanza su máximo durante este mes"....

Durante el mes de julio (Fig. 1-12 de esta Tesis), el máximo de temperatura se desplaza hacia el norte, aunque en la región del río Paraguay medio superior las temperaturas medias superan los 20° C. En el resto de la Cuenca del Río de la Plata las temperaturas medias mensuales se hallan entre los 10° C en el sur y 20° C en el norte de la cuenca.

Es muy ilustrativo observar el desplazamiento estacional de las isotermas medias en las regiones planas continentales, esto es excluyendo la región andina y terrenos adyacentes. De esto se concluye que la amplitud térmica media anual es máxima en la región del Gran Chaco y norte y centro de Argentina, donde alcanza $12,5^{\circ}\text{C}$ aproximadamente. En tanto, la amplitud térmica tiende a ser menor en las cercanías del litoral atlántico, muy especialmente al norte del Río de la Plata.

Temperaturas medias en las estaciones de transición

Abril y octubre representan los meses de las estaciones de transición y tienen similares condiciones térmicas. La distribución de temperaturas se parece a las de verano, aunque el efecto del calentamiento diferencial entre los mares y las tierras es algo más marcado. Los modelos de temperatura de abril y octubre son estructuralmente similares en el interior del continente. A lo largo del litoral atlántico, las diferencias entre los meses son debidas a la influencia de la Corriente de Malvinas en octubre, en contraste con la intensa influencia de la Corriente de Brasil en abril.

Campos medios de la precipitación

Es sabido que los patrones de temperatura, circulación atmosférica y topografía están íntimamente vinculados con las precipitaciones. Por coherencia, las precipitaciones serán analizadas de acuerdo a su presencia durante enero y julio, los dos meses marcados por las temperaturas extremas.

Ciclo anual de las precipitaciones

Los patrones de precipitación en la Cuenca del Plata son complejos debido a la ubicación geográfica, extensión y topografía. Por esa razón, los regímenes pluviométricos pueden ser analizados de una manera muy práctica si los consideramos en un contexto climático regional, contemplando así las perturbaciones locales. En este contexto se pueden identificar diversos regímenes de precipitaciones dentro de la cuenca y sus alrededores (Fig. 1-13 de esta Tesis). Las estaciones consideradas son indicativas de la variabilidad temporal de las precipitaciones.

Al considerar la variación anual en los pluviogramas, se observa inmediatamente la escasez pluvial en el invierno (junio-agosto) en la mayor parte de la cuenca, lo cual se debe a que durante dicha estación el anticiclón del Atlántico se extiende sobre el continente para unirse con el anticiclón del Pacífico. El resultado es la supresión de los procesos convectivos y, en consecuencia, de las lluvias.

Este tipo de carácter tropical con lluvias intensas en verano y sequía en invierno, predomina en las áreas de reducida producción de lluvia anual en el oeste de la Cuenca, y en las regiones situadas al norte del trópico de capricornio hasta el Planalto del Brasil. Hacia el sur, este tipo es paulatinamente reemplazado por una notable persistencia de las lluvias du-

rante todo el año, sobre todo en la cuenca del río Uruguay y también en la parte oriental de la provincia de Buenos Aires.

Las lluvias en el sur de la cuenca son de dos tipos: chubascos y lluvias menos intensas, pero persistentes y extensas, que ocurren con el desarrollo de frentes retrógrados y durante una sudestada. Entre estas dos regiones con lluvias de distintas características, existen además, dos zonas de transición: una con un máximo principal de precipitaciones en otoño (marzo-abril), que se encuentra a lo largo del bajo río Paraná-Paraguay. En la otra zona, más arriba, en las riberas (sic) del río Paraguay esta característica se modifica en una prolongación de la precipitación veraniega, abarcando todo el otoño. Son éstas también, las áreas que atraviesan las líneas de inestabilidad.

En la región al norte del trópico de Capricornio, la concentración pluvial en los meses de verano es superior al 45 % de la precipitación anual y en las zonas andinas llega hasta un 70 %, mientras que la estación seca produce solamente un 5 %, y aún menos, del total anual.

En la zona con lluvias durante todo el año, la pluviosidad de los meses húmedos es de alrededor del 30 % del total y se aproxima considerablemente a la de los meses secos, que alcanzan de un 20 % al 25 %. Por ello, no se puede hablar ya, realmente, de meses lluviosos y secos.

Desde el punto de vista hidrológico, el suministro de agua de lluvia a la tierra y los ríos tiene un notable máximo en verano en toda la cuenca. El máximo en la curva tiene mayor duración para el río Paraguay y sus afluentes brasileños, porque la actividad pluvial continúa hasta el otoño. Los afluentes del Paraná, al sur del trópico de Capricornio, pertenecen al tipo de precipitación anual donde ocurren lluvias durante todo el año.

Es difícil hablar de un ciclo hidrológico anual para estas áreas con lluvias todo el año, mientras en el resto de la cuenca el año hidrológico dura de septiembre a agosto del año siguiente.

Respecto de la vegetación y agricultura, cabe señalar que en las zonas con una marcada estacionalidad de las precipitaciones, el factor mínimo para el desarrollo de las plantas es el agua; mientras en la cuenca del río Uruguay el factor biológico mínimo es el calor, que varía entre el invierno y verano mucho más que el agua de lluvia que es suministrada uniformemente durante el año.

Precipitación media anual

La precipitación media anual es, naturalmente, una información muy general pero, sin embargo, muy útil para caracterizar el régimen de lluvia en grandes regiones como la Cuenca del Plata.

La precipitación media anual (periodo 1961-1990) sobre la cuenca es mayor a 1.200 mm. (Fig. 1-14 de esta Tesis) y está distribuida desigualmente. Hay un máximo absoluto de más de 2.250 mm. anuales sobre la parte media de la cuenca del río Iguazú y la parte media de la alta cuenca del río Uruguay y un mínimo absoluto en las altas cuencas de los ríos Pilcomayo y Bermejo, donde la precipitación media anual es aproximadamente de 500 mm. por año.

Precipitación media de verano (Dic-Ene-Feb)

En esta región el verano (Dic-Ene-Feb) es la estación más húmeda, con un promedio de más de 480 mm. sobre toda la Cuenca. Durante esta estación el máximo maximorum de precipitación sobre la cuenca se desplaza al nordeste y norte de ésta (Fig. 1-15 de esta Tesis).

Precipitación media de invierno (Jun-Jul-Ago)

El invierno (Jun-Jul-Ago) es la estación más seca, con un promedio de precipitación sobre toda la cuenca de tan solo 130 mm. Con un máximo absoluto de más de 480 mm. en igual posición que en las precipitaciones medias anuales, las isohietas se orientan en orden decreciente de este a oeste hacia el norte, y también decrecen hacia el oeste con una orientación norte-sur (Fig. 1-16 de esta Tesis). Los mínimos se encuentran, entonces, en el extremo norte y en la región cordillerana de la Cuenca".

3) La vegetación y los dominios morfoclimáticos

Para comprender mejor las características geomorfológicas que condicionan los dominios morfoclimáticos descriptos por Ab'Saber (8) debemos tener en consideración algunos aspectos básicos de la Geología a nivel de toda la Cuenca del Plata, que se encuentra resumida en la Fig. 1-10, donde se puede apreciar que está compuesta por varias provincias geológicas.

Siguiendo a Iriondo, M (216) podemos decir que el Escudo Brasileño ocupa el sector noreste y representa un 7,4 % de la superficie total, porcentaje reducido si se lo compara con el área Jurásico-cretásica que abarca un 29 % y con la Chaco-pampeana que representa un 29,8 %. El área correspondiente a la Cordillera de los Andes (sic) abarca 7,4 % y las Planicies orientales (sic) un 10,9 %.

La composición litológica de estos espacios es bien diferente y es importante tenerlo en cuenta con relación al aporte de sedimentos y a la configuración del paisaje así como también en lo relativo a los aportes líquidos.

Como en este trabajo se va a considerar solamente el tramo argentino, interesan tres de los espacios mencionados (ver Fig. 1-10), pero en el capítulo correspondiente se tendrán en cuenta las otras en lo atinente a la morfogénesis, ya que los sedimentos acumulados a ambos

lados del eje Paraná-Paraguay tienen características diferentes como consecuencia de provenir de áreas con características lito-estructurales distintas.

En la Fig. 1-18 podemos observar que los dominios morfoclimáticos no se ajustan a la división geológica y están más relacionados con el clima y la evolución geomorfológica a la que haremos referencia en los capítulos siguientes, y están más en concordancia con la provincias fitogeográficas (58) (Fig. 1-17).

El área en estudio, es decir el sector argentino del río Paraná, se enmarca básicamente en las provincia fitogeográficas: Paranaense, Del espinal y Pampeana, con un pequeño sector correspondiente a la Chaqueña. Ello contrasta con las correspondientes a las principales áreas de aporte: Del cerrado, Paranense y Chaqueña.

En la Fig. 1-20 se pueden apreciar los biomas correspondientes al área en estudio: Parque y sabanas subtropicales, Espinal, Selva misionera y Pastizal pampeano.

Como vemos estos últimos influyen en la vegetación, y la fauna, del valle del río Paraná, pero debemos destacar que el río es un dispersor de semillas provenientes de las áreas periféricas, de manera que se encuentran especies características de estas últimas y, por otra parte, el río mismo impone condiciones particulares limitantes y condicionantes a las fisonomías y especies que se pueden desarrollar dentro del valle.

Algunos aspectos nos parecen dignos de destacar en esta escueta introducción y se refiere a que durante los cambios climáticos (especialmente del Cuaternario) se originaron modificaciones muy significativas en los aspectos antes mencionados, con el desplazamiento de la vegetación y la fauna siguiendo una dirección SW- NE. Como consecuencia de ello los dominios morfoclimáticos y por lo tanto las fisonomías vegetales se desplazaron hacia el NE durante los periodos "secos y más fríos", en tanto que lo hicieron hacia el SW durante los húmedos y cálidos (299).

Todos los procesos geomórficos se vieron alterados a causa de estas modificaciones y los dominios morfoclimáticos se desplazaron, modificando su extensión y su forma; ello es consecuencia de que gran parte del paisaje presente aspectos relictuales, como explicaremos en los capítulos siguientes.

Finalmente, es necesario tener en cuenta la existencia de un espacio muy extenso de humedales, constituyendo el área conocida como El Pantanal (Fig.1-1), responsable de un atraso de varios meses en la propagación de la onda de crecida del río Paraguay. Por otro lado, es necesario decir que en el sector brasileño la actividad antrópica a modificado totalmente la cubierta vegetal (algo semejante ocurre en el sector este de Paraguay en el área de aporte de la cuenca), donde la selva y los bosques de araucarias fueron casi totalmente arrasados por el talado y la implantación de cultivos originando fuerte aumento de la erosión de los suelos y modificaciones en la propagación de las crecientes.

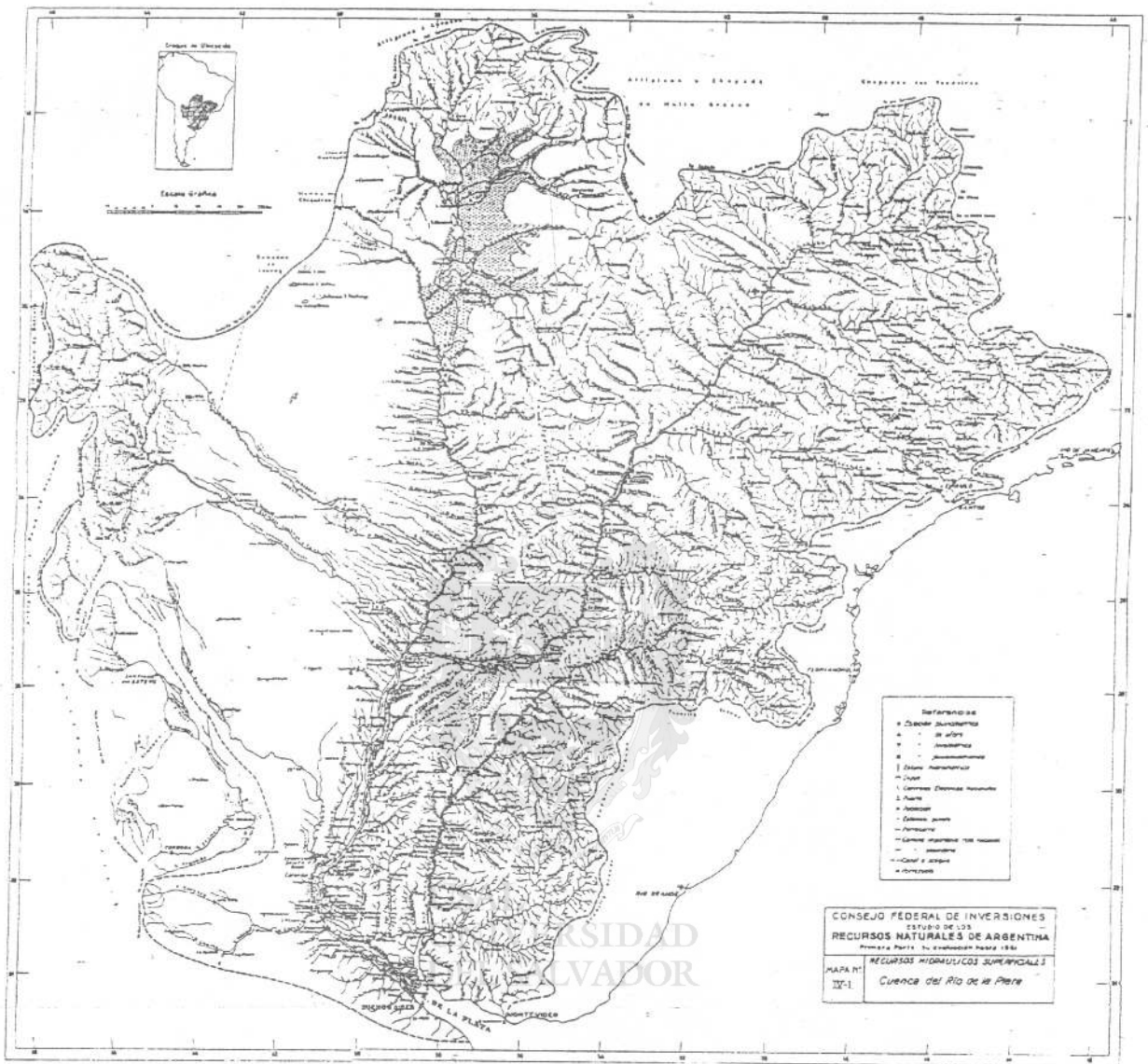


Fig. 1-1: Cuenca del Río de la Plata. Fuente: Consejo Federal de Inversiones. 1961.

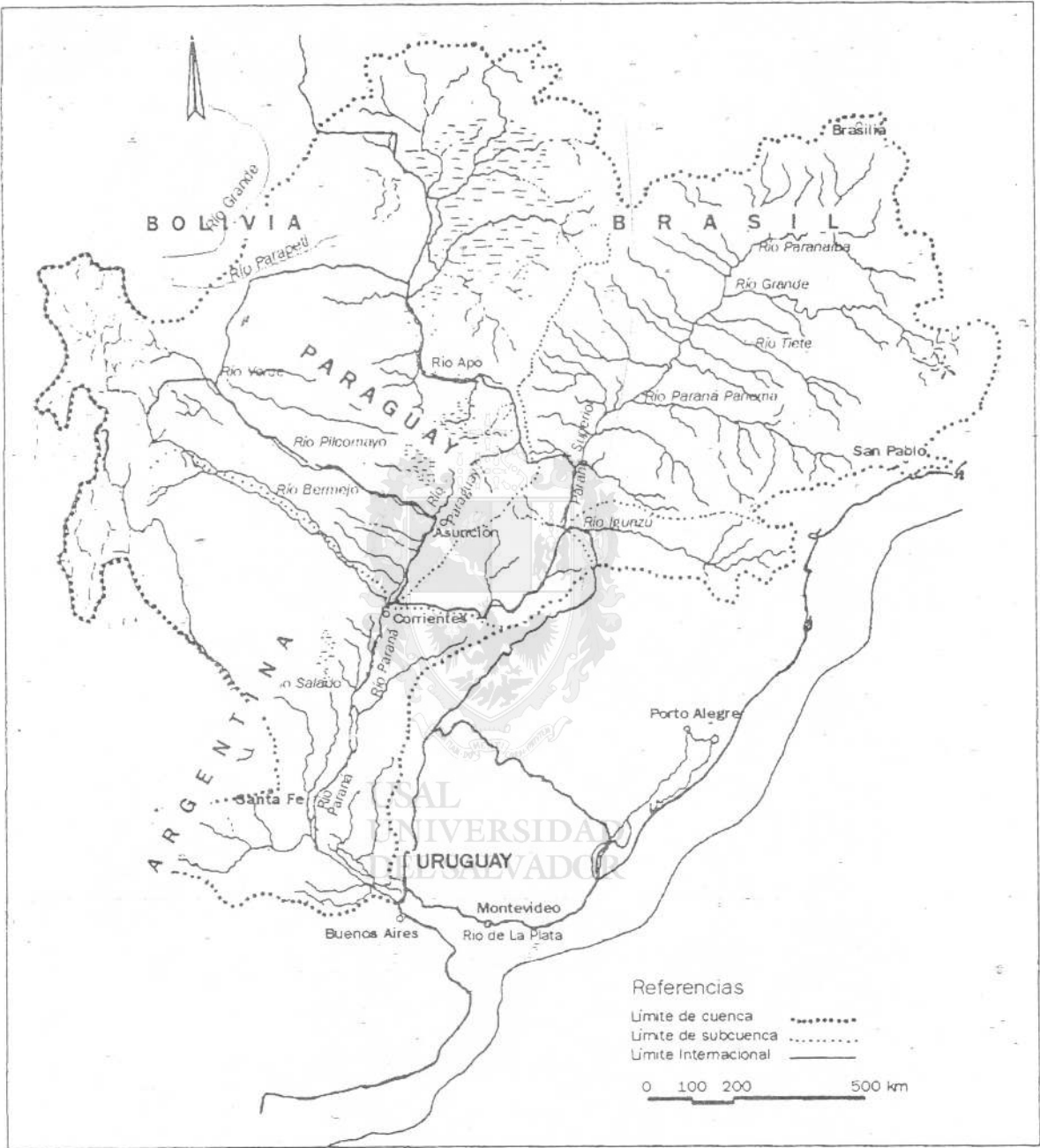


Fig. 1-2: Cuenca del río Paraná y subcuenca. Fuente: Paoli, C.U. - Schreider, M., 2000.



Fig. 1-3: Mapa del río Paraná y afluentes. Fuente: De Aparicio, F. - Difieri, H.A., 1958.

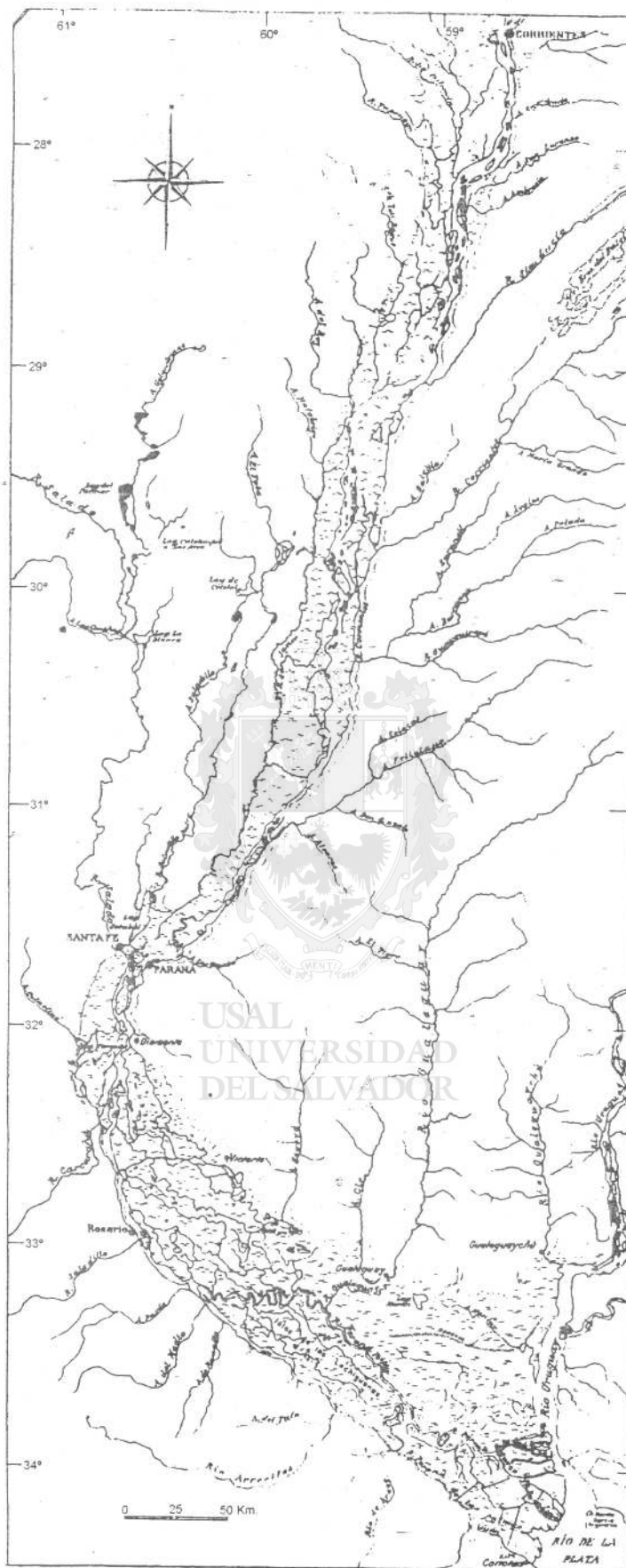
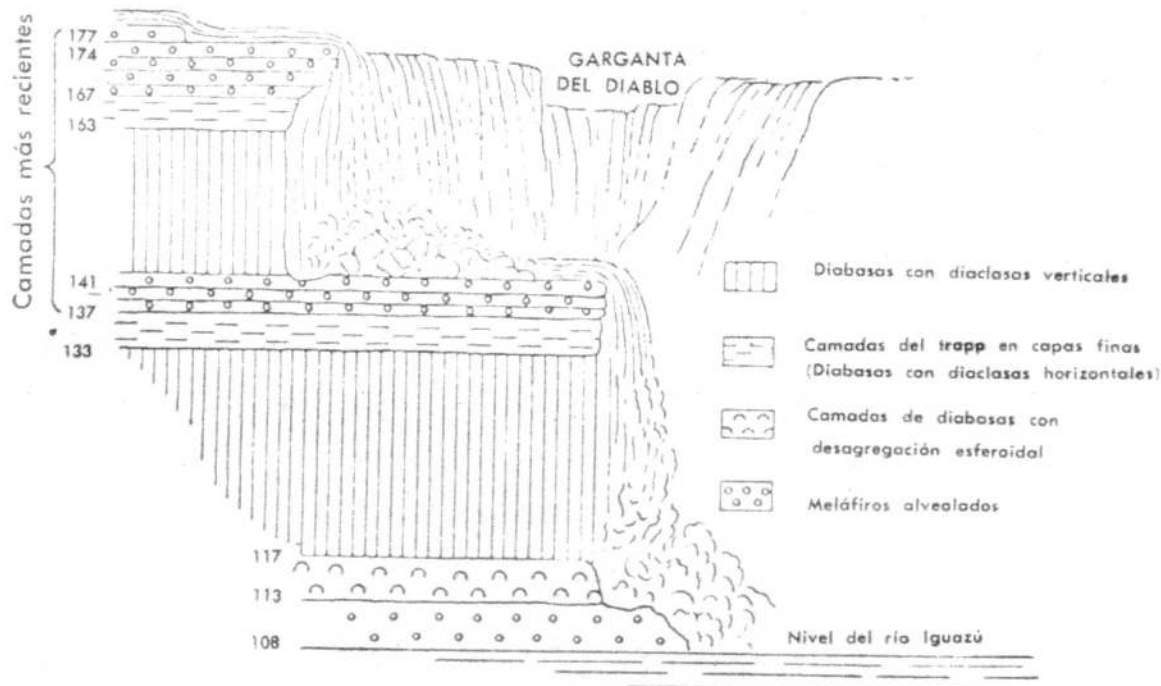
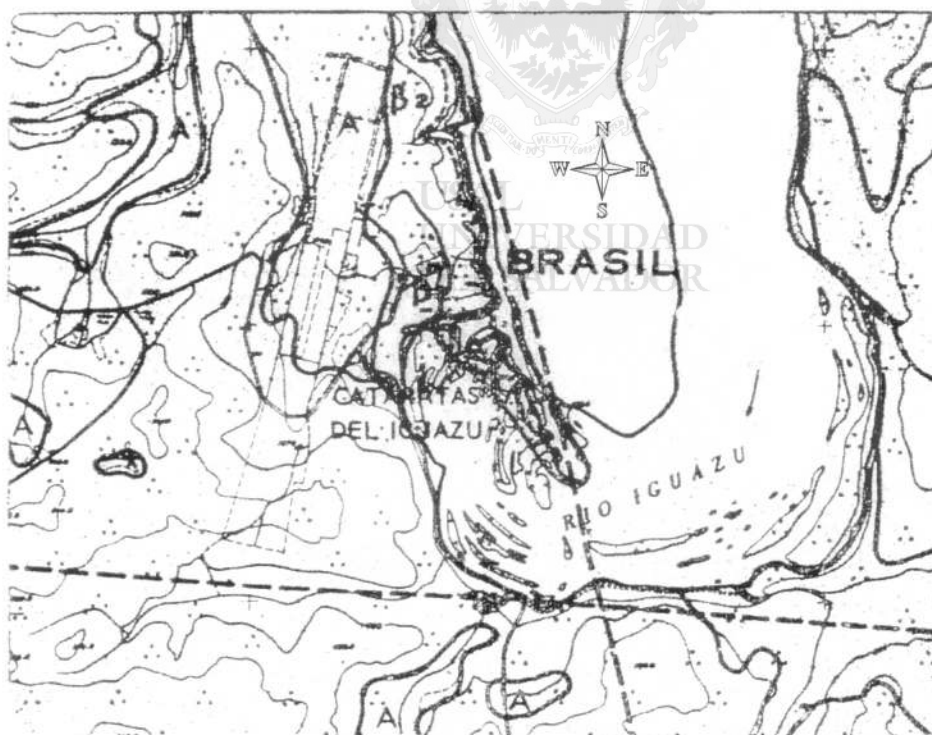


Fig. 1-4: Mapa del río Paraná y afluentes. Fuente: De Aparicio, F. - Difieri, H.A., 1958.



Perfil a través de las camadas de trapp de las Cataratas del río Iguazú (lado de la margen derecha con el salto Floriano. Levantamiento de R. Maack).

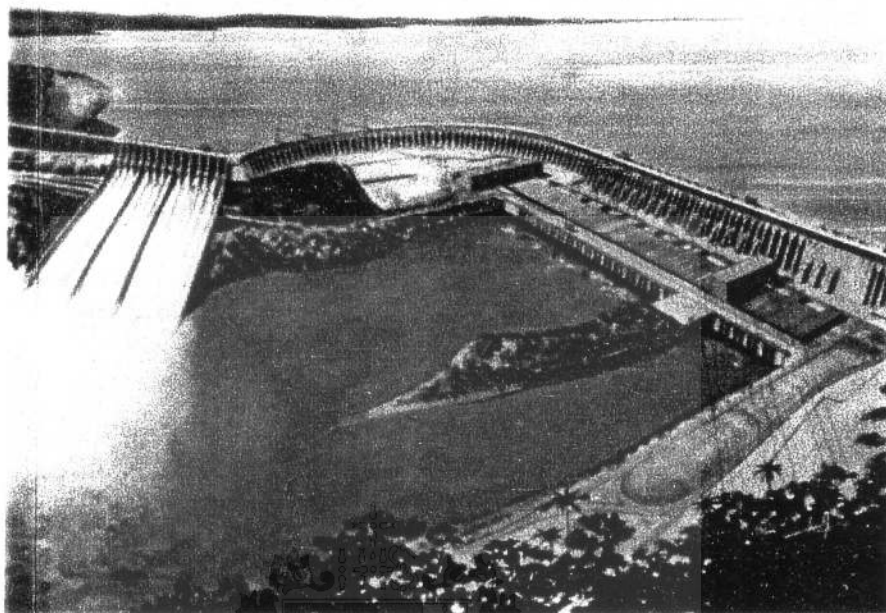
Fig. 1-5: Perfil geológico de un sector de las Cataratas del Iguazú. Fuente: Maack, R., 1968.



Sector de la hoja 2554-33-1 del relevamiento aerofotogramétrico realizado por CARTA.

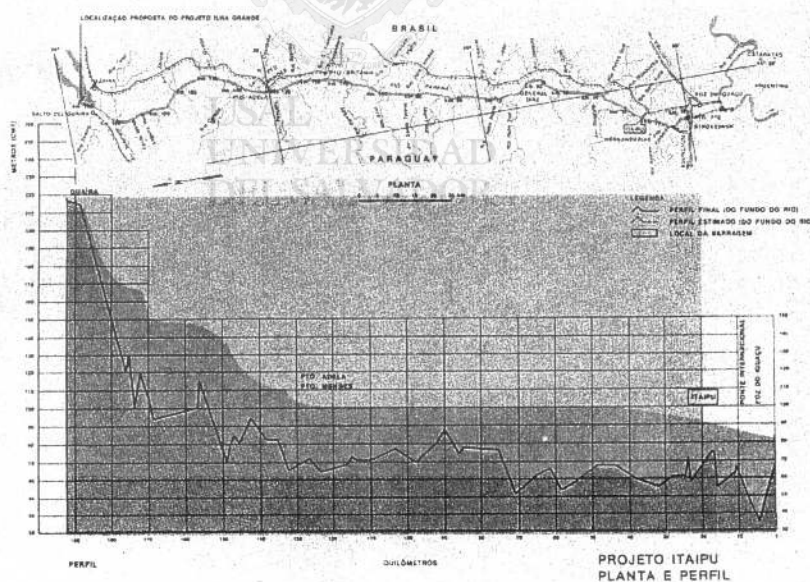
Fig. 1-6: Valle del río Iguazú al llegar a las cataratas del mismo nombre. Las líneas en trazos indican lineaminetos estructurales. Fuente: CARTA y GEOMAP, 1964.

GENERAL



Perspectiva general de la Central Hidroeléctrica de ITAIPU.

EL DESNIVEL DEL RÍO PARANÁ



En el plano y perfil del Río Paraná, se observa que, en solo 150 km, se aprovecha el gran desnivel del río de 120 m para la Hidroeléctrica de ITAIPU.

Fig. 1-7: Esquema de la represa de Itaipú y del plano y perfil del río Paraná. Fuente: ITAIPU BINACIONAL ELECTROBRAS-ANDE-Folleto de presentación.

Diagrama de aportes cuenca del Plata

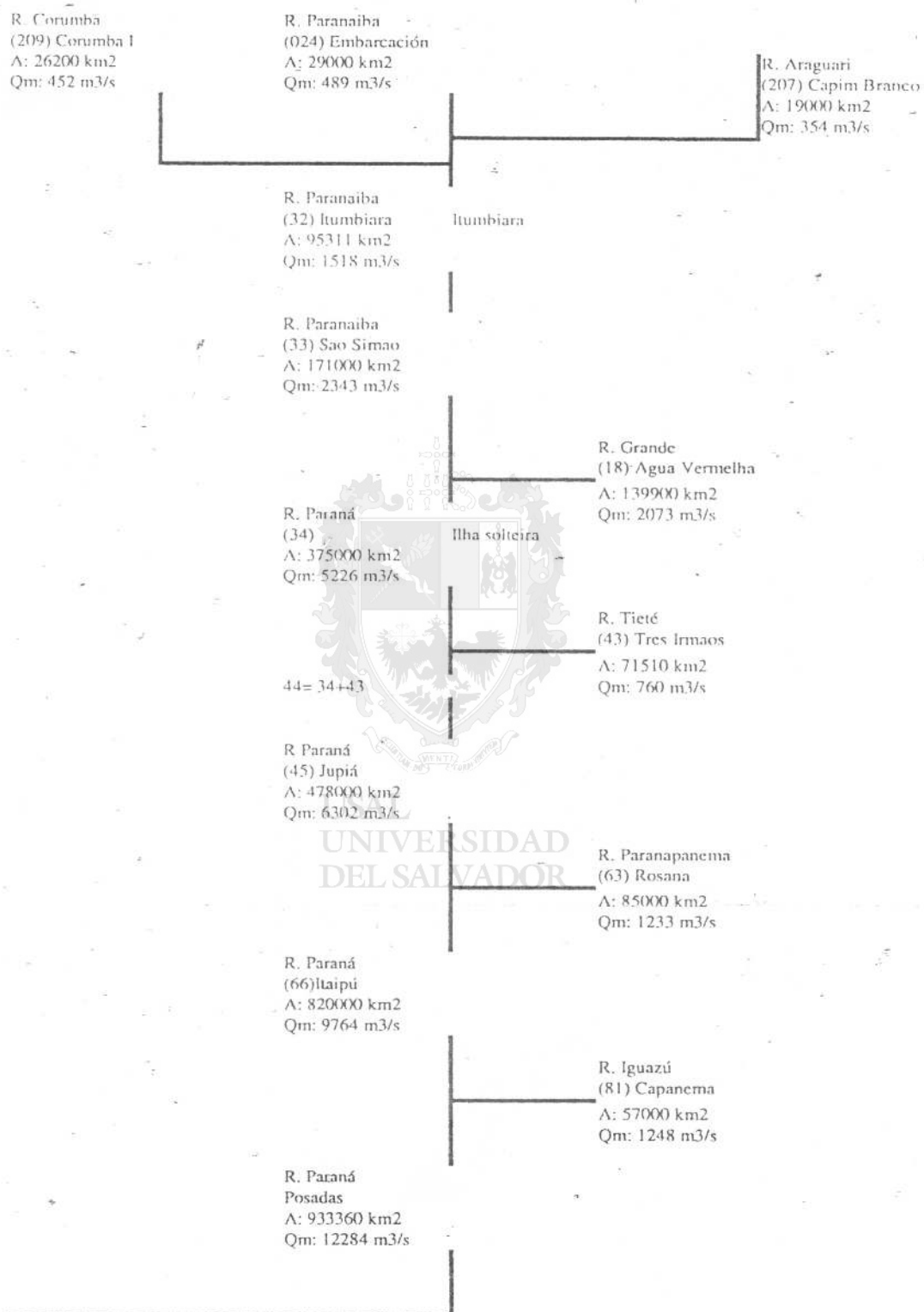


Fig. 1-8: Fuente: Giacosa, R. - García, N., 1998.



Diagrama de
aportes cuenca
río Paraná -
tramo medio

REFERENCIAS

A. Colastiné
curso no medido

R. Carcarañá
curso medido

USAL
UNIVERSIDAD
DEL SALVADOR

Fig. 1-9: Diagrama de aportes. Cuenca del río Paraná, tramo medio. Fuente: Paoli, C.U. - Schreider, M., 2000.

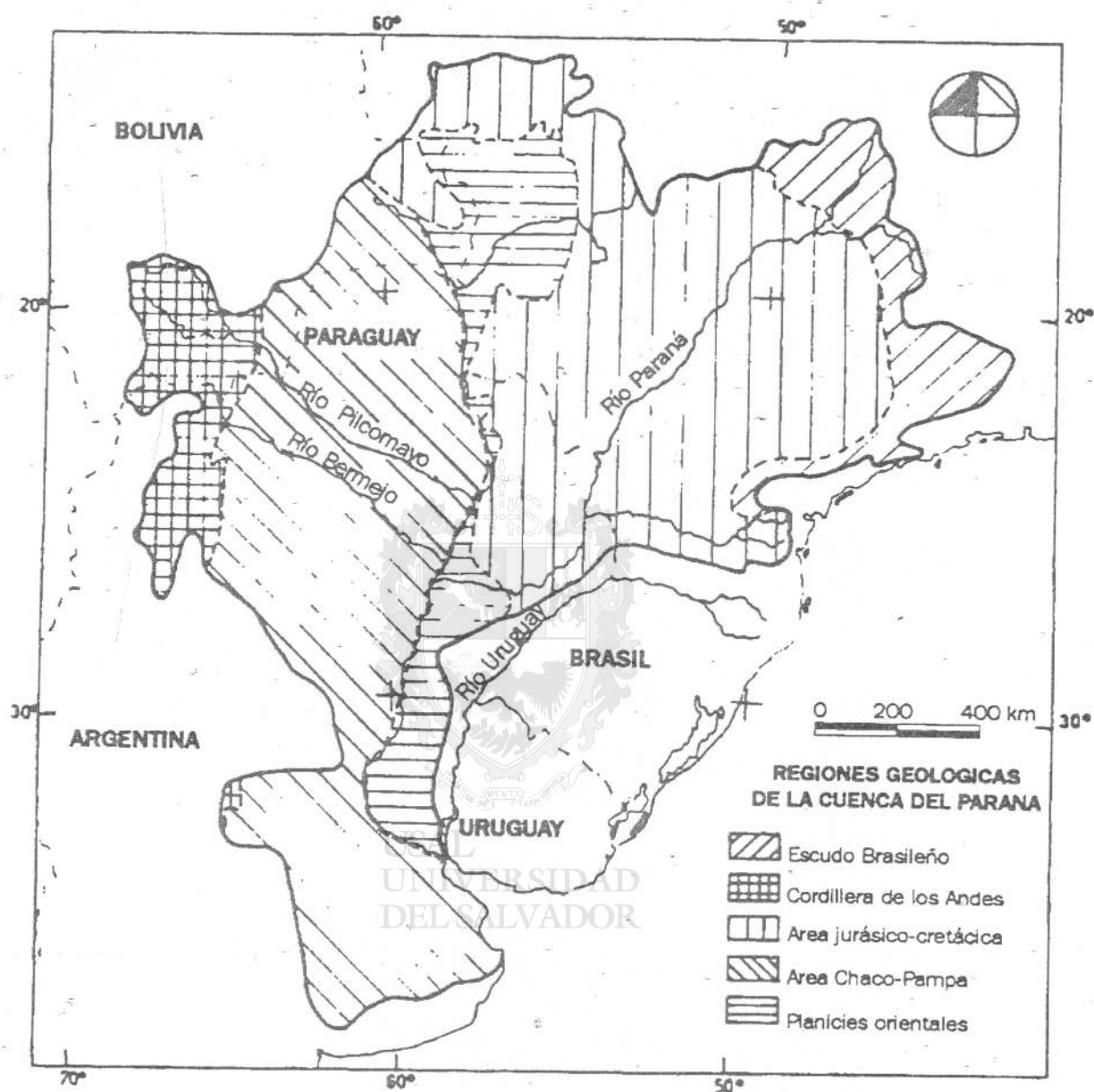


Fig. 1-10: Regiones geológicas de la Cuenca del Plata. Fuente: Paoli, C.U. - Iriondo, M. - García, N., 2000.

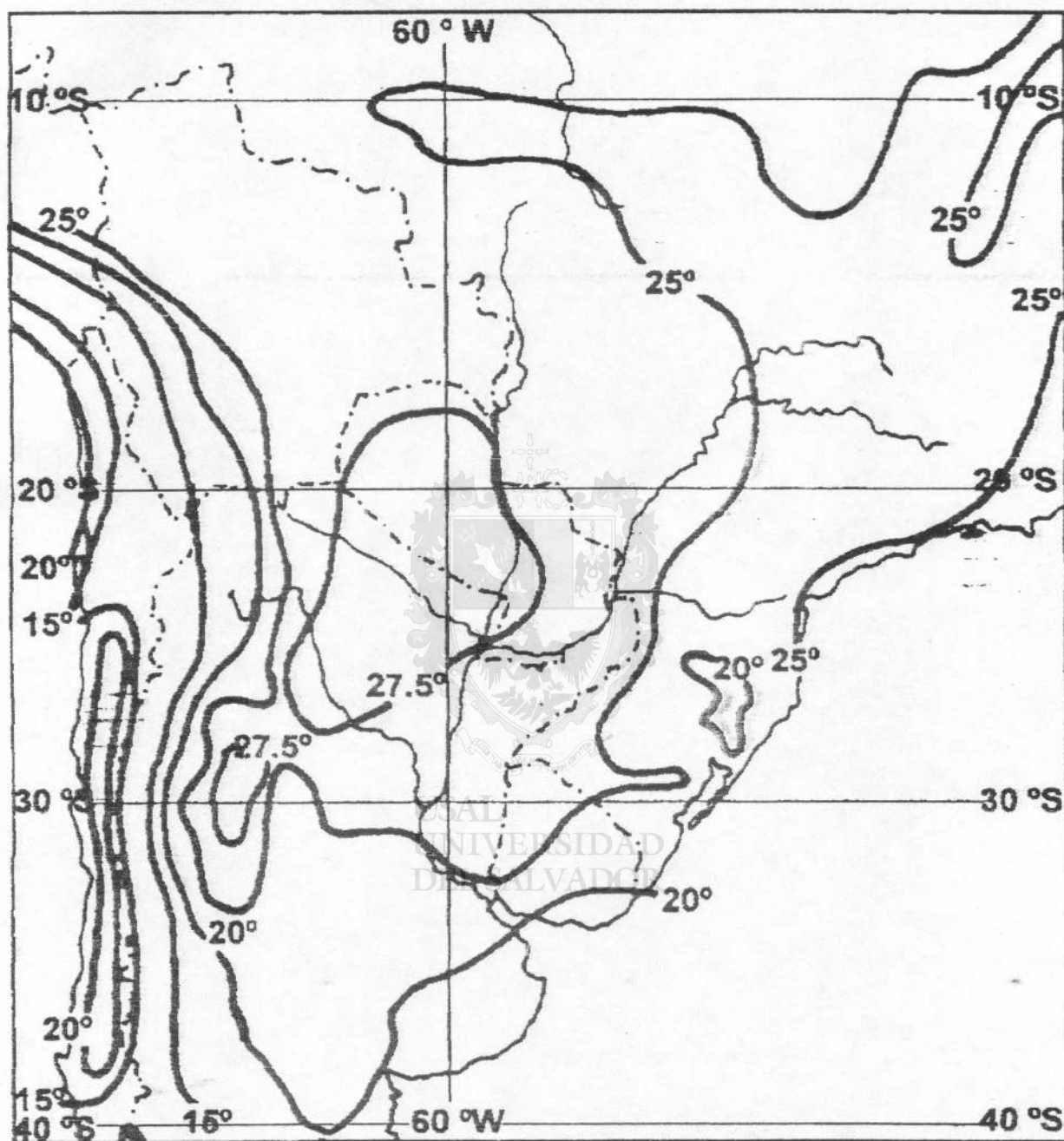


Fig. 1-11: Campos medios de temperatura durante el mes de Enero (período 1961-90).
Fuente: Paoli, C.U. - Iriondo, M. - García, N., 2000.